

BrainControl AAC: IA al servizio di persone diversamente abili

Pasquale Fedele, Chiara Fedele
Liquidweb s.r.l.
{p.fedele, c.fedele}@liquidweb.it

Alessandra Rufa, Fabio Giannini
Università di Siena
{rufa, giannini}@unisi.it

Abstract

Il cervello umano è composto da miliardi di neuroni. Le loro interazioni chimiche, in ogni istante della nostra vita, generano impulsi elettrici. Queste scariche elettriche, benché infinitesimali, possono essere misurate. La tecnologia Brain-Computer Interface (BCI) interpreta la mappa elettrica corrispondente a determinate attività cerebrali consentendone l'impiego per controllare il computer o altri dispositivi.

BrainControl AAC dispositivo di comunicazione aumentativa alternativa basato su Intelligenza Artificiale per l'interazione uomo-macchina, in grado di offrire un'interazione BCI robusta ed usabile per un impiego quotidiano.

Tale dispositivo colma un vuoto tecnologico per la maggior parte di pazienti che non possono utilizzare puntatori oculari o altre tecnologie assistive presenti sul mercato e che non riescono a soddisfare le loro esigenze man mano che la malattia evolve.

Le applicazioni spaziano dalla comunicazione alla diagnosi ed alla robotica.

1 Introduzione

Le malattie neuro-muscolari di tipo degenerativo o danni cerebrali di origine ischemica o traumatica possono causare paralisi e problemi di comunicazione.

Ci sono oltre 140 milioni di persone a livello globale con paralisi a causa di malattie degenerative neuromuscolari (sclerosi multipla, sclerosi laterale amiotrofica), ictus, lesioni traumatiche o processo di invecchiamento. Oltre 20 milioni di queste sono completamente paralizzate e/o hanno difficoltà di comunicazione. Le necessità di circa 5 milioni di tali pazienti non sono soddisfatte dalle tecnologie assistive attualmente presenti sul mercato.

1.1 Pazienti LIS/CLIS

Le patologie neurodegenerative sono caratterizzate da una progressiva perdita delle funzioni muscolari, mentre le capacità cognitive rimangono intatte. Nei casi più avanzati,

“locked-in”, o in situazioni di “coma apparente”, il paziente può spesso osservare o percepire tramite l'udito il mondo che lo circonda, ma non può muoversi o comunicare. L'aspettativa di vita per i pazienti affetti da queste patologie è in continuo aumento, ma la loro qualità di vita diminuisce significativamente con il progredire della malattia. Anche i danni di origine ischemica e traumatiche, come ictus o lesioni del midollo spinale, possono portare a problemi di comunicazione gravi e/o paralisi.

1.2 Problematiche

Ad oggi le principali tecnologie assistive forniscono soluzioni di tipo “voice-controlled”, “eye-tracking” o basati su movimenti residui. I sistemi “voice-controlled”, basati sul riconoscimento vocale, non possono essere usati da milioni di pazienti che non possono parlare a causa delle patologie sopra menzionate; i sistemi “eye-tracking”, basati sul tracciamento dei movimenti della pupilla, non sono spesso portatili e non possono essere utilizzati da tutti i pazienti, così come altri dispositivi basati su movimenti residui. Inoltre le soluzioni esistenti sono spesso di tipo verticale, rendendo difficile una personalizzazione alle varie tipologie di disabilità ed all'evoluzione della stessa nel caso di patologie neurodegenerative.

Negli ultimi 20 anni la ricerca in ambito BCI ha portato a risultati significativi, grazie anche ai progressi nella comprensione della funzione cerebrale e all'evoluzione di computer e sensori.

Mancano però delle soluzioni sufficientemente fruibili e robuste che rispondano alle esigenze di persone con disabilità fisiche e di comunicazione.

2 BRAINCONTROL AAC

Il cervello umano è composto da miliardi di neuroni. Le loro interazioni chimiche, in ogni istante della nostra vita, generano impulsi elettrici. Queste scariche elettriche, benché infinitesimali, possono essere misurate. La tecnologia Brain-Computer Interface (BCI) interpreta la mappa elettrica corrispondente a determinate attività

cerebrali consentendone l'impiego per controllare il computer o altri dispositivi.

BrainControl è un framework basato su Intelligenza Artificiale per l'interazione uomo-macchina mediante biofeedback. Il primo impiego è stato indirizzato come dispositivo BCI, una sorta di "joystick mentale" che ha come obiettivo quello di consentire a chi è affetto da patologie come tetraplegia, Sclerosi Laterale Amiotrofica (SLA), sclerosi multipla, e distrofie muscolari di varia natura, di superare disabilità motorie e di comunicazione. È quindi rivolta, innanzitutto, a pazienti che hanno abilità cognitive intatte ma che non sono capaci di muoversi o comunicare, uno stadio chiamato "locked-in", e soddisfa molti bisogni di pazienti in stadi meno avanzati che al momento possono o meno utilizzare sistemi di "eye tracking".

2.1 Smart Multimodal Platform

Nel corso dell'ultimo anno le modalità di interazioni si sono estese, grazie all'integrazione di molteplici sensori, oltre a quelli EEG.

Il cuore del sistema è un classificatore di pattern dei segnali provenienti dai sensori biometrici indossabili (EEG, inerziali, ecc.) e/o ambientali (videocamere 2d e 3d), basato su una tecnologia di Machine Learning ed Artificial Intelligence per la personalizzazione delle diverse esigenze nei vari pazienti.

Il sistema BCI si basa su una linea di ricerca denominata "Motor Imagery" che utilizza 12 tipi di movimenti (6 rotazioni e 6 direzioni) per il controllo di una interfaccia su un tablet PC. Esso include sensori EEG wireless disponibili in commercio, un tablet PC, il software BrainControl ed il servizio di training ed assistenza.



2.2 Avatar ed esoscheletri

Il controllo di un esoscheletro da parte di tali pazienti è uno degli obiettivi primari delle sperimentazioni in corso in ambito di robotica.

Nell'immediato l'attenzione è stata rivolta alla realizzazione di avatar robotizzati, realizzati mediante l'integrazione di dispositivi commerciali dotati di telecamera, speaker e

microfono, che il paziente può controllare nei movimenti e tramite i quali può interagire a distanza. [Tonin *et al.*, 2011]

2.3 Validazione clinica

La validazione clinica è stata condotta in collaborazione con l'Università di Siena, dipartimento di Scienze Mediche, Chirurgiche e Neuroscienze, dall'anno 2012 al 2015 su due gruppi di utenti [Fedele *et al.*, 2016]:

- 42 pazienti con disturbi di comunicazione e motilità, di cui:
 - 19 pazienti in uno stadio iniziale/avanzato della malattia;
 - 23 pazienti in stato di *locked-in* (LIS), di cui 10 in condizioni simili allo stato di "completo *locked-in*" (CLIS), senza poter ricevere da loro alcun feedback e con stato cognitivo sconosciuto;
- 63 volontari sani come gruppo di controllo.

Il primo obiettivo di questo studio è stato quello di verificare l'efficacia di Braincontrol come dispositivo di comunicazione aumentativa alternativa per pazienti con disturbi di comunicazione e motilità. Il secondo obiettivo era quello di convalidare la metodologia di formazione (*training*) per i pazienti in stato di *locked-in*, in particolare utilizzando feedback e consigli dal gruppo di controllo.

I trainings sono stati effettuati in quattro sessioni da remoto (in videoconferenza con controllo del desktop remoto), di un'ora ciascuna, pianificate in un mese per ciascun utente.

Il gruppo dei 63 volontari sani come anche i 19 pazienti in stadio iniziale/avanzato della malattia hanno completato con successo il training.

Anche nel gruppo LIS, 21 su 23 pazienti ha superato la fase di training (con una percentuale del 91% di successo).

Due pazienti invece non hanno terminato con successo la fase di training, in condizione CLIS, le cui capacità cognitive erano sconosciute, e nessun tipo di feedback era possibile da parte loro.

I pazienti che hanno raggiunto gli obiettivi hanno potuto continuare il training iniziando poi autonomamente ad utilizzare il dispositivo come comunicatore.

Riferimenti bibliografici

[Tonin *et al.*, 2011] L. Tonin, T. Carlson, R. Leeb, J del R. Millán. *Brain- Controlled Telepresence Robot by Motor-Disabled People*. 33rd Annual International Conference of the IEEE. Engineering in Medicine and Biology Society, 2011, pp. 4227-4230.

[Fedele *et al.*, 2016] P. Fedele, M. Gioia, F. Giannini and A. Rufa. *Results of a 3 year study of a BCI-based communicator for patients with severe disabilities*. The Ninth International Conference on Advances in Computer-Human Interactions, IARIA Journal, ACHI 2016.